

JP6294813

**Title:**  
**SEMICONDUCTOR ACCELERATION SENSOR**

**Abstract:**

**PURPOSE:**To reduce stress concentration and improve destructive stress resistance by continuously forming a thin part on a beam part. **CONSTITUTION:**To reconcile opposite purposes of raising sensitivity and destruction strength, a thin part 8 is provided to reduce the difference between the stress at piezoresistance element formation part and maximum generation stress and relax the stress concentration. The thin part 8 is provided continuously from a beam part 5 to a fixing frame 7 side and bob 6 side and the thin part 8 is formed wider than the beam 5 width on both bob 6 side and fixing frame 7 side. For example, by using this model, vibration analysis is performed with finite element method. The result of the simulation with the variation of the dimension of width (d) showed that the maximum stress obtained becomes minimum when the width (d) of the thin part 8 is 20μm. As for the destruction resistance, the strength at d=20μm rises 30% compared with the case without the thin part 8.

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-294813

(43)公開日 平成6年(1994)10月21日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 P 15/12

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平5-107689

(22)出願日 平成5年(1993)4月9日

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 今井 正人

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電

装株式会社内

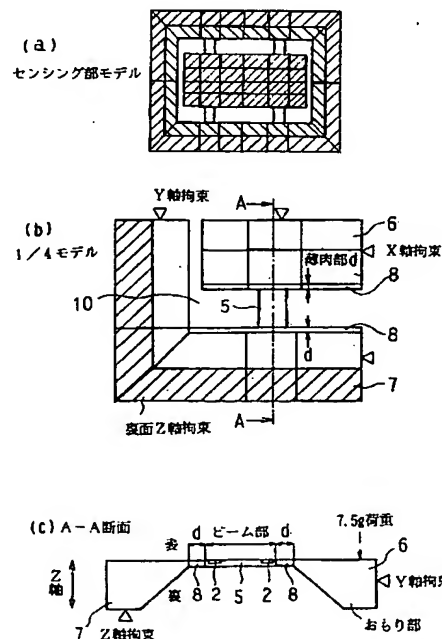
(74)代理人 弁理士 藤谷 修

(54)【発明の名称】 半導体加速度センサー

(57)【要約】

【目的】感度を上げる、もしくは強度を上げることができ、製造が容易な半導体加速度センサーを提供する。

【構成】図1は本発明を適応した半導体加速度センサーの構造モデルで、4本のビーム5によって錘6が固定枠7に支えられる。(b)の8に示す部分がビーム5に続く薄肉部で、固定枠側と錘側に設けられ、その断面A-Aが(c)で、ビーム5の両端の表側にあるピエゾ抵抗素子2に続いた外側に薄肉部8が同一の厚さで形成され、錘6側、固定枠7側ともビーム5の幅よりも広がっている。このモデルを用いて有限要素法で振動解析を行い、薄肉部8の長さdの寸法を変化させて求めたシミュレーション結果、薄肉部8の幅dが20 $\mu$ mの時に最も最大応力が小さくなった。耐破壊性としては従来の薄肉部が無い場合に比べてd=20 $\mu$ mで13%強度が上昇した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 錘を支える梁に設けられたピエゾ抵抗素子の歪みゲージによって加速度を検知する半導体加速度センサーにおいて、

前記ピエゾ抵抗素子が前記梁の端部に長さ方向に配置され、

前記ピエゾ抵抗素子が設けられた前記梁の端部に連続して、前記梁と同じ厚さの薄肉部を設けたこと、

前記薄肉部は、前記梁の横幅よりも広いことを特徴とする半導体加速度センサー。

【請求項2】 前記錘に対して前記梁を4本有し、前記ピエゾ抵抗素子を4個有してホイートストーンブリッジ回路を形成して加速度を検出することを特徴とする請求項1に記載の半導体加速度センサー。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、加速度を半導体歪みゲージセンサーで検出する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、歪みゲージを用いた半導体加速度センサーは、錘と梁（ビーム）とを半導体基板を異方性エッチングして形成し、錘部を周囲から切離し、図3に示すようなビーム部を薄肉化した構造を有している。エッチングされてこの様な切り欠き部を形成する構造は、力学的に応力が角の部分に集中するため、梁にかかる最大応力部も図3の3で示す部分に生じる。従ってこの部分にピエゾ抵抗素子を形成すれば感度の良いセンサーを形成することが出来るが、この部分に素子を形成することは工程上難しいため、そのすぐ裏側の図3の2の部分に形成するのが一般的である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 梁にかかる応力の最大値が検出できないことは、せっかく発生する応力を十分利用できないことで、効率が良くないことを意味し、また加速度検出時において過大な入力があった場合に、検出信号からは安全と考えられても梁を破損してしまう恐れがある。このため、梁の構造で応力集中を避けるために梁の根元部をアールを付けて補強した形状にすることが提案されている（A.Koide et.al; Technical Digest of the 11. Sensor Symposium, 1992. pp.23-26）。この効果は十分な対策であるが、しかし、そのような形状を半導体で形成するためには複雑なエッチング工程となってしまうという問題がある。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するため本発明の構成は、錘を支える梁に設けられたピエゾ抵抗素子の歪みゲージによって加速度を検知する半導体加速度センサーにおいて、前記ピエゾ抵抗素子が前記梁の端部に長さ方向に配置され、前記ピエゾ抵抗素子が設けられた前記梁の端部に連続して、前記梁と同じ厚さの薄

肉部を設けたこと、前記薄肉部は、前記梁の横幅よりも広いことを特徴とする。またその関連発明の構成は、前記錘に対して前記梁を4本有し、前記ピエゾ抵抗素子を4個有してホイートストーンブリッジ回路を形成して加速度を検出することを特徴とする。

【0005】

【作用】 薄肉部をビーム部に連続して形成することにより、従来の切り欠きの角部に集中していた応力を薄肉部の根元部分や横方向に分散でき、ピエゾ抵抗素子を形成する側の応力と最大応力部との応力値の差が少なくなる。つまり応力集中が減少することは耐破壊応力が向上する。

【0006】

【発明の効果】 耐破壊応力が向上したことは、強度が向上したことを意味する。そして強度が向上したために、同一の強度にするならビームの厚さを薄くできるので、わずかな加速度でも信号を拾うことができるようになり、結果として感度を上げることができる。つまり、同じ感度ならば強度が向上したことを意味し、同一強度で見ると感度が向上したことを意味する。

【0007】

【実施例】 以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は本発明を適応することを想定した半導体加速度センサーの構造を示すモデルで、4本のビーム5によって錘6が固定枠7に支えられている。(a) はその全体図、(b) はその1/4を拡大した図である。図1(b) の8に示す部分がビーム部5に続く薄肉部で、固定枠側と錘側に設けられている。その様子をA-A断面で示したのが図1(c) で、ビーム5の両端の表側にあるピエゾ抵抗素子2に続いた外側に薄肉部8が同一の厚さで形成されている。薄肉部8は錘6側、固定枠7側ともビーム5の幅よりも広がって形成されている。このモデルを用いて有限要素法で振動解析を行い、本発明の優位性を示す。

【0008】 ピエゾ抵抗素子を用いた半導体加速度センサーの場合、感度を上げることと破壊強度を上げることが要求されるが、前者はゲージ抵抗配置部へ応力集中を起こさせることであり、後者は応力集中を如何に少なくするかであるから、相反する目的となる。従ってこれを両立させるような考え方として、最大発生応力部をピエゾ抵抗素子形成部とすることである。しかしこれが直接にはできないので、ピエゾ抵抗素子形成部の応力と最大発生応力の差を少なくするような構造にすること、また、応力集中を緩和して破壊に至るまでの荷重を大きくできるようにすることで対処する。

【0009】 そこでビームより幅のある薄肉部8を設ける。このような構造は半導体のエッチング工程を複雑にすることなく形成が可能である。そのことでビーム裏側角部の応力最大発生部はピエゾ抵抗素子のある位置から移動し、かつ、横方向に力は分散する。そのため表裏の

応力値の差が少なくなり、検出効率をより高め、即ち、ゲージ配置部平均応力値と破断開始部応力とが一致する関係に近づけるように薄肉部の寸法を設計する。しかし薄肉部が長くなるとピエゾ抵抗素子にかかる応力が低下してしまうため、薄肉部の長さには最適値が存在する。

【0010】そのような方針で行ったシミュレーション計算について、まず図1(b)で、図の上端と右端は分割した対称中心になるので計算を簡単化するためビーム部に無関係な動きを無くすように、上端はY軸方向を、右端はX軸方向を固定して考える。また固定枠の底面に当たる面(図1(c)の7の底面)もZ軸を固定する。要素としての分割は、図1(b)に示すようなメッシュで行い、実際の計算は市販の有限要素法ソフトウェアを用いている。メッシュの細かさは計算精度に影響するが、ここでは傾向を知るのに十分な程度としてある。寸法は、ビーム長さ250 $\mu\text{m}$ 、ビーム幅110 $\mu\text{m}$ 、ビーム厚さ14.5 $\mu\text{m}$ で、錘6に7.5gの荷重がかかるとして、ピエゾ抵抗素子2を配置した部分の応力値、ビーム近傍での応力最大値を、薄肉部8の長さdの寸法を変化させて求めた。

【0011】シミュレーション結果を図2のグラフで示す。横軸は薄肉部の長さdで左端が薄肉部が無い従来の構造に相当する。縦軸は実線のデータが左側、破線データが右側で、実線はピエゾ抵抗素子の歪みゲージに発生する応力平均値(表側の最大応力発生部)、破線はビーム裏側の角部近傍に発生する最大応力の値を示してい \*

る。この計算結果により、薄肉部8の幅dが20 $\mu\text{m}$ の時に最も最大応力が小さくなった。この場合、図2中に示すように、耐破壊性としては従来の薄肉部が無い場合に比べて $d = 20\mu\text{m}$ で13%強度が上昇した(図2の $(d/c)/(b/a) = 1.13$ )。なお、薄肉部8の寸法はビーム形状に依存するため設計の都度、最適化が必要である。

【0012】以上のように、従来の構造に比べ、本発明の構造で感度を上げる、もしくは強度を上げることができて、製造工程を複雑にすることなく製造が容易な半導体加速度センサーを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した半導体加速度センサーの構造モデル図。

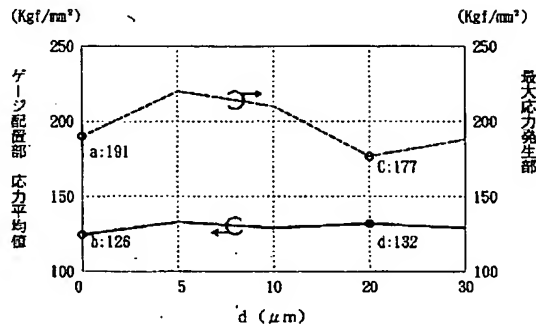
【図2】有限要素法による応力解析結果を示す図。

【図3】従来の半導体加速度センサーの構造を示す断面図。

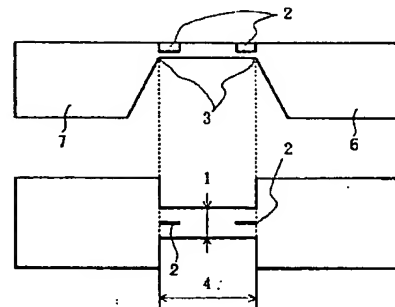
【符号の説明】

- 1 ビーム幅
- 2 ピエゾ抵抗素子(歪みゲージ)
- 3 応力集中部(切り欠きの角部)
- 4 ビーム長
- 5 ビーム(梁)
- 6 錘
- 7 固定枠
- 8 薄肉部

【図2】



【図3】



【図1】

